

# BcN에서 멀티미디어 서비스를 위한 RTP/RTCP의 QoS 측정방법

QoS Measurement Method of RTP/RTCP for Multimedia Service in BcN

임재영, 김정호  
국립한밭대학교 정보통신 전문대학원

Lim Jae-Young, Kim Jeong-Ho  
Dept of Computer Engineering, Han-Bat  
National University

## 요약

본 논문은 향후에 구축될 BcN망을 통해 제공될 멀티미디어 서비스를 위한 QoS를 보장하기 위해 서비스를 분류하고 품질기준과 측정방법을 분석한다. 현재의 서비스 및 향후 BcN에서 제공될 서비스를 분류하였고, 종단간 품질기준을 살펴보고, 종단간 품질측정을 위한 측정방안으로서 호성공률, 패킷손실율, 단방향지연, 지터, R-값 등의 측정방법을 소개하였다.

## Abstract

Having been multimedia services in BcN network, QoS is best important factor. This paper classify existing services and newly to be offered services, analyze quality criterion and measurement method for QoS guarantee in BcN, This paper investigate end-to-end quality criterion, classify measurement method existing and newly to be offered services, search quality criterion, introduce measurement method such as call success rate, packet loss rate, one-way delay, jitter and R-value for end-to-end quality measurement

## 1. 서론

정부는 지난 2004년 3월 국민소득 2만불시대를 위한 IT839전략을 제시하여 2007년도 IT 연간생산 380조원, 수출 1,100억불을 목표로 제시하였다.[1]

이를 위해 3대 인프라 중의 하나인 광대역통합망(BcN)을 제시하여 2004년도 하반기부터 시범사업에 3개 컨소시엄이 2010년까지 총 3단계의 시범사업이 진행중에 있다.

한편, 사업자들은 정부의 정책에 따라 시범사업을 추진하고 있으나 사업자별로 시범사업에 참여하는 목적과 방향은 차이가 있고 제공하는 서비스와 네트워크요소는 각각 다르게 진행되고 있다. 이처럼 다른

네트워크에서 각기 다른 서비스와 신규 단말이 출시되게 되면 기존서비스와의 차별성이 필요하고, 서비스의 품질을 비교해 볼 필요가 있다. 기존서비스에 절대적인 우위의 품질을 확보해야만 신규서비스에 대한 요금이나 종량제 도입 등이 검토될 수 있을 것이다.

현재의 인터넷을 이용한 서비스는 비연결형 라우팅 방식을 채용하므로 QoS(Quality of Service)를 서비스별로 사용자가 요구하는 수준을 제공하지 못하고 있는 실정이다. 현재는 인터넷전화(VoIP)에 대한 품질기준은 제시되고 있으나, BcN(BroadBand Convergence Network)에서의 서비스에 대한 기준

이 마련되지 않아, 향후 출시될 영상전화서비스를 비롯한 음성, 영상, 방송 및 데이터 서비스 등의 서비스를 분류해보고, 서비스의 품질을 확인하기 위한 품질지표를 구분하고 측정방법을 제안하고자 한다.

## II. 본 론

### 1. 단대단 품질지표 및 품질측정 방식

현재 인터넷전화의 품질기준은 R-값(R-Value), 단방향(One-way Delay), 호성공율이 각각 70이상, 150ms이하, 95%이상(TTA기준)으로 규정하고 있어 향후 BcN환경하에서의 실시간 멀티미디어 서비스를 위해서 정부에서는 BcN품질관리기반을 구축하여 품질기준을 제시하고 있다.[2] 품질기준을 제시하기에 앞서 현재까지 제시되고 있는 음성과 영상서비스로 분류를 해보면,

첫째, 음성서비스로 음성전화, VoIP, 음성메시징  
둘째, 영상서비스로 영상전화, 화상회의, VoD, 영상메시징 등으로 분류해 볼 수 있다.

### 2. 품질지표 및 측정방식

#### 2.1 단대단 품질지표

음성서비스 및 영상서비스를 추가적으로 대화형과 요구형으로 구분해 볼 수 있고, 대화형서비스는 호성공율, R-값, 패킷손실율, 단방향지연이 측정할 지표로 구분하였으며, 대화형서비스에서의 품질지표로는 호성공율, R-값, 패킷손실율, 단방향지연, 지터 등을 품질측정하기 위해 지표로 검토해 볼 수 있다.[2]

#### 2.2 단대단 품질측정방식

일반적으로 품질을 측정하는 방법으로는 능동식방법(Active)과 수동식방법(Passive)을 사용할 수 있다. 능동식방법은 탐색패킷(Probe)을 네트워크에 발생하여 ping, traceroute 등의 성능측정을 하는 방법이고, 수동식방법은 측정을 목적으로 한 트래픽을 발생하지 않고 패킷모니터링 및 router/switch트래픽

을 이용하거나, 실제의 패킷을 수집하여 측정하는 방법이다.

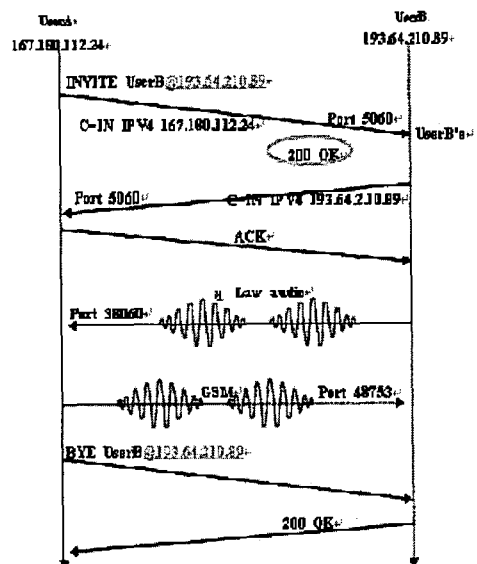
중단간 서비스의 품질을 측정하기 위해서 양측 단말(영상전화기)간의 품질측정을 위해서는 단말에 에이전트(Agent)를 장착하여 측정할 수 있고, 네트워크 요소(라우터, 스위치 등)에 Probe를 장착하여, 중단간 품질측정과 망구간의 품질측정을 할 수 있다. 단말 에이전트를 이용하는 품질측정방법은 실시간 트래픽을 측정함으로써 고객중심의 체감품질을 측정해 볼 수 있다는 장점이 있고, Probe를 이용하는 방법은 사업자의 네트워크간의 품질을 측정하는 방법으로 제안되고 있다.

### 3. 품질측정 알고리즘

품질측정을 위한 호성공율, 패킷손실율, 단방향지연, 지터, R-값에 대한 알고리즘 및 계산식은 다음과 같다.

#### 3.1 호성공율

호성공율은 총 시도한 통화 중 성공적으로 호 접속이 이루어진 호들의 비율을 의미하며 SIP 호 설정 흐름도는 다음과 같다.



▶▶ 그림 1. SIP 호 설정 흐름도

호성공율은 SIP INVITE 패킷에 대한 SIP Response 패킷의 상태코드값을 비교하여 결정한다. SIP Response 패킷의 상태코드값이 2xx, 3xx이면 성공이고 4xx, 5xx, 6xx이면 실패로 결정할 수 있다. 호성공률에 대한 계산식은 (1)과 같다.

$$\text{호성공율} = \frac{(\text{전체연결호개수} - \text{실패한 호개수})}{\text{전체연결호개수}} * 100 \quad (1)$$

참고로 SIP의 상태값은 표1과 같다.

[표 1] SIP Response 상태 코드

상태코드	설명
1xx	Provisional of Informations
2xx	Success
3xx	Redirection
4xx	Client Error
5xx	Server Error
6xx	Global Failure

### 3.2 패킷손실율

패킷손실율은 SIP의 정상적인 호 연결 후 RTP 데이터 패킷 전송 중 발생하는 유실률을 의미한다.

측정은 RTP패킷과 RTCP를 이용하는 방법이 있는데 RTP패킷을 이용하여 측정하면 계산식은 (4)와 같다.

$$\text{송신패킷수(수신측에서 예측)} = (\text{최종 RTPSeq. 초기 RTPSeq. 번호} + \text{Seq. Wrap 회수} * 65536) \quad (2)$$

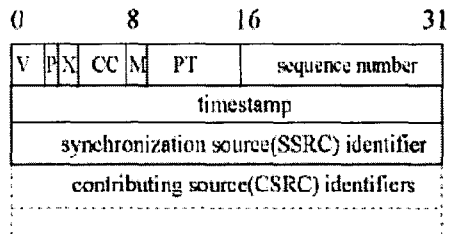
$$\text{수신패킷수} = \text{수신측에서 실제 RTP 패킷의 수신개수} \quad (3)$$

$$\text{패킷손실율} = \frac{(\text{송신 패킷수} - \text{수신패킷수})}{\text{송신패킷수}} * 100 \quad (4)$$

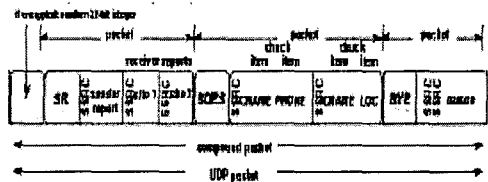
RTCP패킷을 이용하여 측정하는 계산식은 RTCP RR레포트의 Loss Fraction 필드값을 이용하면 계산식 (5)와 같다.

$$\text{패킷손실율} = \frac{\text{RTCPRR의 LossFraction 필드값}}{256} * 100 \quad (5)$$

참고로 RTP와 RTCP 패킷양식은 다음과 같다.



▶▶ 그림 2. RTP 패킷 양식



▶▶ 그림 3. RTCP 패킷 양식

### 3.3 단방향지연

단방향지연은 송신 단말에서 수신단말까지의 패킷에 대한 End to End 단방향 지연을 의미하며 수신시간과 RTP타임스탬프를 이용하여 계산한다.

품질 측정계산은 RTP패킷과 RTCP를 이용하는 방법이 있는데 RTP패킷을 이용하여 측정하면 RTP의 수신시간과 타임스탬프를 이용하여 계산식 (6)과 같다.

$$D(i) = (R(i)R(i-1))(S(i)S(i-1)) + D(i-1) \quad (D(0)=0) \quad (6)$$

이때,  $R(i)$  = 패킷 수신 시각,  $S(i)$  = RTP 타임스탬프 / Clock Rate를 의미한다.

RTCP 패킷을 이용하는 방법으로는 RTCP RR 레포트의 NTP 타임과 Delay를 이용하는 방법이 있으며, RTT(Round Trip Time) 값을 측정한 후 단방향지연을 계산식 (7)과 같이 계산할 수 있다.

$$D(i) = RTT / 2 \quad (7)$$

이때, RTT = RTCP RR 수신 시각 RTCP RR의 DLSR, 필드값는 RTCP RR의 LSR 필드값, DLSR은 Delay since Last Sender Report, LSR은 Last Sender Report를 의미한다.

능동적방식을 이용한 계산식은 수신측 단말기에서 송신측 단말기로 ICMP Request와 Reply 패킷을 주고 받아 RTT를 구한 다음 단방향지연을 계산한다.

$$D(i) = ICMP RTT / 2 \quad (7)$$

### 3.4 지터

지터는 송신 단말에서 수신 단말까지의 패킷에 대한 단대단 단방향 지연의 변량을 의미한다.

RTP 패킷을 이용하는 방법으로는 RTP의 수신시각과 Timestamp를 이용하여 식 8과 같이 계산한다.

$$J(i) = J(i-1) + (Inter\_arrival\_jitter J(i-1))/16 \quad (8)$$

$$Inter\_arrival\_jitter = |(R(i)R(i-1)) - (S(i)S(i-1))| \quad (9)$$

$R(i)$  : 패킷 수신 시각

$S(i)$  = RTP 타임스탬프 / Clock Rate

RTCP 패킷을 이용하는 방법은 RTCP RR 레포트

의 Interarrival Jitter를 이용하여 계산한다.

$$J(i) = \frac{RTCP\ RR\ 의\ Interarrival\ Jitter\ 필드}{Media\ Sampling\ Rate} \quad (10)$$

### 3.5 R-값

R-값은 서비스 성능지표 중 E-model을 토대로 한 종단간 접속의 음성 품질 평가 등급을 의미하며 패킷 손실율, 단방향지연을 이용하여 계산하는 품질 측정 계산식은 (11)과 같다.

$$R = 93.2 - Id \quad (11)$$

(G.107에서 제시하는 기본값 적용 후 간략화된 수식)

$$Id = 0.024d + 0.11(d - 177.3) * H(d - 177.3) \quad (12)$$

$H(x) = 0$  for  $x < 0$ ,  $H(x) = 1$  for  $x \geq 0$

$Ief \approx 30 * \ln(1+15e) * H(0.04-e) + 19 * \ln(1+70e) * H(e-0.04)$

Id: the impairment associated with the mouth-to-ear delay of the path

d: 단방향지연 (coding + network + de-jitter delay) [ms]

Ief: the equipment impairment factor

e : total loss probability

d(단방향지연) 중 Coding Delay는 표2. 에 있는 지연 시간을 적용한다.

[표 2] 코덱 타입에 따른 코덱 지연 시간

코덱 타입	전송률 (kbit/s)	프레임크기 (ms)	단방향 코덱 지연시간 (ms)		Reference
			과도량	과대량	
PCMU	64	0.125	4.25	0.375	G.711, G.712
PCPN	40	0.125	4.25	0.375	G.726, G.727
PCPN	32	0.125	4.25	0.375	G.721, G.726, G.727
PCPN	24	0.125	4.25	0.375	G.726, G.727
PCPN	16	0.125	4.25	0.375	G.726, G.727
LD-CELP	16	0.625	1.25	1.475	G.728
LD-CELP	12.8	0.625	1.25	1.475	G.728
CS-ACELP	8	10	25	25	G.729
SCELP	7.95	20	40	60	IS-64-G, ITU
CELP	7.95	20	45	65	IS-64-I, ITU
CELP	6	20	30	60	IS-96
RCCELP	6	20	30	70	IS-127
SCELP	6.7	20	45	65	Japanese PDC
RPE-LTP	16	20	40	60	GSM 06.10, Full-Rate
SCELP	6.6	20	40	60	GSM 06.20, Half-Rate
ACELP	12.2	20	40	60	GSM 06.00, Enhanced FR
ACELP	5.3	30	47.5	47.5	G.729.1
HP-HLD	6.6	30	47.5	47.5	G.729.1

### III. 결론

인터넷으로 대표되는 현재의 Best Effort망은 향후 BcN으로의 전환은 불가피하다. 그러나 향후의 BcN에서 현재의 Best Effort에서의 과금체제나 서비스수준은 제공되지 않을 것이다. 그 이유는 기존의 Best Effort망이 QoS를 제공하지 않기 때문이다. 향후 BcN에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 필연적으로 품질기준을 정해야 할 것이고, 품질측정치를 고객에게 제시해야 할 것이다. 그러기 위해 신뢰성있는 품질측정방법이 고안되어야 할 것이다.

본 논문에서는 BcN환경에서 제공될 서비스를 분류하였고, 해당 서비스들이 가지는 품질지표를 분류해 보았으며, 측정방안으로 RTP/RTCP를 이용한 패킷손실율, 단방향지연, 지터, R-값 등의 측정식을 제시하였다. 특히, 단방향지연 중 Coding Delay는 코덱지연시간을 보정하는 방법을 제안하였다.

그러나, BcN에서의 품질을 측정하기란 매우 어려운 문제를 안고 있다.

첫째는 단말에 Agent를 장착시 단말의 가격상승 및 고객의 동의가 필요할 것이고, 둘째, 사업자가 망요소에 측정을 과연 허용할 것인가? 셋째, 고객에는 어떻게 SLA(Service Level Agreement)를 제공할 것인가? 넷째, 타망과의 연동시에 단대단의 품질을 측정할 수 있을 것인가? 등의 다양한 문제를 안고 있다.

이러한 문제점을 해결하고 조기에 안정적인 미래의 서비스를 위해서는 법/제도적인 검토와 더불어 고객에게 최상의 품질을 측정하고 제공할 수 있는 방법이 추가적으로 검토되어야 할 것이다.

### 참고 문헌

- [1] "IT839전략", 정보통신부, 2004.3
- [2] "광대역통합망기반구축사업", 한국전산원, 2005.1
- [3] "RTP : A Transport Protocol for Real-Time Applications"
- [4] ITU-T G.109 "Definition of categories of speech transmission quality", 1999.9
- [5] ITU-T G.114 "One-way transmission time", 2003.4
- [6] ITU-T Y.1541 "Network performance objectives for IP-based services", 2002.5
- [7] "TMF 701: Performance Reporting Concepts & Definitions ver.2.0", TM Forum, Nov. 2001.
- [8] "ITU-T G.107: The E-model, A computation Model for use in Transmission Planning", 2003.
- [9] "RTP: Audio and Video for the Internet", Addison Wesley, 2003.
- [10] "Internet Communications Using SIP - Delivering VoIP and Multimedia Service with Session Initiation Protocol, Wiley, 2001.
- [11] "RTP/RTCP를 이용한 인터넷상의 QoS 제어방법", 한국통신학회 학회논문지, 제16권 2호, pp.20-23, 1997. 11.